

**УДК 59.08:591.465.11**

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ РИСУНКА СКОРЛУПЫ ПТИЧЬИХ ЯИЦ**

**Н. М. Селиверстов**

*Черкасский областной краеведческий музей, Черкассы, Украина, nikitha@narod.ru*

## **ON THE USE OF DIGITAL METHODS FOR AVIAN EGG-SHELL PATTERN DENSITY ESTIMATION**

**N. M. Seliverstov**

*Local Lore Museum of the Cherkasy Region, Cherkasy, Ukraine, nikitha@narod.ru*

Особенностям пигментации птичьих яиц уделяется все больше внимания в орнитологических исследованиях. Анализ окраски и рисунка способствует решению вопросов экологии, систематики и филогении птиц. Соответственно, большое значение имеет совершенствование и оптимизация методики такого анализа. В данном сообщении кратко описывается способ оценки плотности (густоты) рисунка скорлупы компьютерными средствами.

Относительную площадь скорлупы, занятую рисунком, можно, как известно, определить путем наложения на фотоснимок яйца миллиметровой сетки, нанесенной на оргстекло (Мянд, 1988) или полиэтилен (Климов, 2003), после чего подсчитывается и суммируется количество полностью и частично занятых или незанятых рисунком квадратиков. В цифровом варианте данная операция теперь доступна с помощью программы Photoshop или аналогичной, которая позволяет разбивать изображение яйца на квадраты площадью в сотые доли квадратного миллиметра. Это повышает точность определения площади рисунка, однако при большом объеме материала делает процесс исследования чрезвычайно трудоемким.

Существует и математический способ определения площади пятен скорлупы методом Монте-Карло (Нарушин, 1998). Однако вплоть до настоящего времени в орнитологической практике применяются графические матрицы Ю. В. Костина (1977) с шагом 10 %. Визуально сравнивая оригинал с набором из девяти эталонов, можно характеризовать густоту рисунка, переводя количественный признак (% площади скорлупы, занятой рисунком) в разряд качественных. При этом выделяется пять классов густоты рисунка: очень редкий, редкий, средне густой, густой и очень густой. В работах последующих лет (Бабенко и др., 1993; Ефанова и др., 1993; Мельников и др., 1993; Сальникова и др., 1998; Климов, 2003) количество классов плотности было сокращено до трех: редкий, густой и сплошной рисунок.

Вполне очевидно, что у разных видов птиц общая конфигурация рисунка скорлупы может сильно отличаться от паттерна, выбранного в качестве графического эталона. Такие признаки, как величина, форма и локализация, а также интенсивность окраски и разнообразие оттенков пятен сильно влияют на визуальную оценку их суммарной площади, что связано с особенностями зрительного восприятия. Вероятно поэтому исследователи, сталкиваясь с большим объемом материала, зачастую ограничиваются приблизительными категориями. Однако нельзя не согласиться с С. В. Винтером (2006), который указал на недостаточность столь приблизительной оценки плотности рисунка для тонких популяционных исследований и уменьшил шаг графической матрицы до 5 %, полагая, что ошибка, при определенном опыте, не выходит за пределы 3 %.

Впервые приступив к решению аналогичной задачи, мы обнаружили, что наша ошибка при пользовании матрицами вышеупомянутых авторов составляет 5–8 %, а иногда превышает 10 %. Поэтому мы применили подход, основанный на фотографировании яиц и последующем анализе снимков с помощью компьютера (Мянд, 1988). За истекшие десятилетия технические возможности для работы в данном направлении значительно расширились.

Фотографирование производилось цифровой фотокамерой Pentax K10D (матрица 10 мегапикселей), укрепленной на штативе. Относительная площадь скорлупы, занятая рисунком, определялась с помощью программы AreaS 2.1, разработанной и любезно предоставленной для данного исследования А. Н. Пермяковым (Самарская государственная сельскохозяйственная академия, [www.ssaa.ru](http://www.ssaa.ru)). Эта программа обеспечивает практически безошибочное (погрешность – не более 0,001 %) определение относительной или абсолютной (при задании масштаба) площади однотонных фигур в любой конфигурации. Соответственно, фактическая точность анализа целиком и полностью зависит от подготовки снимка. В простейшем случае перед нами стоит задача определить общую площадь пятен. Для этого достаточно с помощью программы Photoshop (или аналогичной, в которой имеются средства для редактирования цветов) привести к одному тону либо все пятна, либо фон. Исходное изображение конвертируется в формат gif, позволяющий в режиме "индексированный цвет" свести до минимума многообразие оттенков при сохранении контуров пятен. Оптимальное количество тонов подбирается экспериментально, средствами программы, путем визуального сравнения вариантов изображения с исходным снимком. Полученное промежуточное изображение редактируется таким образом, чтобы тон искомой площади отличался от общего, также однотонного, фона снимка. С этой целью (при необходимости) изображение конвертируется в режим "RGB-цвет", но в конце обработки его снова следует перевести в режим "индексированный цвет" и, увеличив масштаб изображения, убедиться в отсутствии полутонов на границе пятен и фона. После этого

окончательное изображение передается в программу AreaS, в которой определяется общая площадь овальной фигуры и затем – площадь фона или пятен. При необходимости можно определить по отдельности площадь глубинных и поверхностных пятен и т. д. Для обработки одного изображения требуется 15 минут и более, в зависимости от сложности рисунка и поставленной задачи (изготовить эталон для матрицы или же, как можно точнее определить площадь пятен). Уменьшить затраты времени на редактирование снимка можно, обеспечив при съемке яйца равномерное освещение, устраняющее полутени.

Разумеется, данная методика обладает тем недостатком, что точность результата зависит от времени, затраченного на редактирование снимка. Тем не менее, с ее помощью можно получить исходные данные для количественного анализа рассматриваемого признака. С учетом опыта предыдущих исследователей, мы пришли к выводу, что на практике оптимальным подходом является комбинация цифровых и визуальных методов. При этом с помощью вышеупомянутых программ довольно быстро создаются эталонные изображения типичных для данного таксона вариантов конфигурации и плотности рисунка скорлупы, пользуясь которыми можно повысить точность визуальной обработки большого объема материала.